

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

SERVICE

de la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVET D'INVENTION

P.V. n° 91.901

N° 1.516.944

Classification internationale :

F 25 b

Machine frigorifique à compresseur incorporée à un réfrigérateur à isolement par mousse plastique.

Société dite : SIEMENS ELECTROGERÄTE GMBH résidant en République Fédérale d'Allemagne.

Demandé le 20 janvier 1967, à 14^h 29^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 5 février 1968.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 11 du 15 mars 1968.)

(Demande de brevet déposée en République Fédérale d'Allemagne le 21 janvier 1966, sous le n° S 101.578, au nom de Société dite : SIEMENS ELECTROGERÄTE AKTIENGESELLSCHAFT.)



Le désir de limiter au minimum inévitable le développement du bruit dans les appareils de ménage, existe en particulier dans les réfrigérateurs et dans les congélateurs qui sont équipés de machines frigorifiques à compresseur. La source essentielle de bruit de ces machines consistait jusqu'à l'époque la plus récente en le compresseur lui-même. Cependant, entre temps, on a réalisé des compresseurs qui ne vibrent que relativement peu, en particulier dans la zone de fréquences comprise entre 100 Hz et 10 kHz, dans laquelle l'oreille humaine est particulièrement sensible. Les machines frigorifiques qui comportent des compresseurs de ce genre ne provoquent que rarement des bruits imprévisibles, lorsque pour leur incorporation dans la caisse d'un réfrigérateur, on opère avec un isolement conventionnel, c'est-à-dire un isolement à la laine minérale, et que l'on respecte les principes les plus simples sur l'amortissement des bruits. Le compresseur est en général fixé à la caisse au moyen de tampons de caoutchouc, et l'on prend garde que les canalisations tubulaires, ainsi que d'autres parties de la machine, ne se heurtent pas les unes aux autres et ne heurtent pas la caisse de façon à provoquer des cliquetis.

Dans ces conditions, se transmettent à vrai dire encore des vibrations de la machine frigorifique à la caisse, mais elles sont limitées en amplitude par la masse des parties de la caisse qui sont accouplées directement aux parties vibrantes de la machine frigorifique, et elles sont si fortement absorbées par le matériau isolant, que le niveau sonore des bruits rayonnés demeure suffisamment bas.

Il s'est créé une situation entièrement nouvelle après introduction, pour l'isolement des réfrigérateurs, des mousses plastiques rigides (mousses de polystyrol et de polyuréthane). Ces matériaux pré-

sentent, au point de vue thermique et au point de vue de la technique de fabrication, des avantages notables par rapport à l'isolement traditionnel au moyen de la laine minérale. En particulier, lorsqu'on utilise les possibilités spéciales au point de vue de la technique de fabrication de ces matériaux, et lorsqu'on réunit en un ensemble indémontable le récipient interne, la caisse extérieure et l'isolement du réfrigérateur, non seulement la caisse du réfrigérateur devient plus légère, mais encore, elle amortit notablement moins les vibrations qu'une caisse de construction conventionnelle. Le facteur de transmission mécano-acoustique de la caisse est donc plus grand que jusqu'ici, c'est-à-dire que les vibrations de la machine frigorifique se transforment, dans une mesure beaucoup plus élevée, en bruits indésirables. Si l'on voulait se contenter de diminuer les bruits, seulement en réduisant, au moyen d'organes intermédiaires amortisseurs, le couplage entre la machine frigorifique qui vibre et la caisse du réfrigérateur, il faudrait, pour cela, une dépense notable.

La présente invention se fonde sur la constatation qu'il est plus correct de combattre les vibrations de la machine frigorifique elle-même. Etant donné que l'on a réussi à éviter largement, en employant un isolement par mousse plastique, les bruits engendrés par le compresseur, ainsi que les cliquetis d'autres éléments qui se touchent de la machine frigorifique et de la caisse, c'est, pour l'utilisation de l'invention, le groupe des bruits d'écoulement qui passe au premier plan. Dans le cas de l'écoulement de liquides et de gaz en dessous de la vitesse du son, les bruits sont en général provoqués principalement par les mouvements turbulents des mélanges. Les gaz ou les liquides qui s'écoulent à vitesse modérée dans des tubes fermés, n'engendrent ordinairement pas de bruits notables.

rement pas de bruits considérables, parce que les faibles variations turbulentes de pression ne suscitent pas de vibrations considérables des parois des tubes.

En étudiant de plus près les phénomènes d'écoulement dans les petites machines frigorifiques, on a découvert un mécanisme du développement des bruits, qui est conditionné par les particularités constructives de ces machines lorsqu'on les incorpore à des réfrigérateurs isolés par mousse plastique; on n'avait pas tenu compte jusqu'ici de ce mécanisme, et il peut être rendu inefficace par des moyens relativement simples, conformément à la présente invention.

Ce qui est essentiel pour la production de vibrations dans les petites machines frigorifiques, c'est l'écoulement discontinu d'un mélange de vapeur et de liquide. En raison de la différence de densité qui existe entre la vapeur et le liquide, les diverses accélérations du fluide qui s'écoule — accélérations qui interviennent longitudinalement et transversalement par rapport à la direction d'écoulement principale — ont pour conséquence des variations pulsatoires des efforts massiques qui s'exercent sur le tube, et qui se manifestent par une vibration du système tubulaire. L'amplitude d'accélération de ces vibrations est proportionnelle à l'accélération des gouttes de liquide et au rapport de masse de chaque goutte de liquide par rapport à la masse de la partie du tube accélérée par cette goutte, y compris les corps qui sont couplés au tube. L'amplitude de la vitesse et, par suite, la pression sonore, est directement proportionnelle à l'amplitude de l'accélération, et inversement proportionnelle à la fréquence, avec diverses restrictions, qui concernent avant tout le rapport de longueur des colonnes successives de vapeur et de liquide. Pour la fréquence — abstraction faite de certaines données géométriques qui peuvent avoir une importance pratique notable — c'est la succession dans le temps des gouttes de liquide qui est déterminante. Elle dépend essentiellement de la masse qui s'écoule à travers le tube dans l'unité de temps, ainsi que de la grosseur moyenne, des gouttes, cette grosseur étant elle-même déterminée avant tout par la tension superficielle et les autres conditions qui influencent la formation des bulles et des gouttes. Les accélérations auxquelles sont soumises les diverses parties du liquide sont proportionnelles au carré des vitesses, ainsi qu'aux variations relatives de sections transversales qui interviennent le long du tube, ainsi qu'aux courbures (à savoir aux inverses des valeurs des rayons de courbure). Etant donné qu'en général la vapeur a une densité sensiblement plus faible que le liquide, le volume du mélange et, par suite — pour un débit massique et une section transversale du tube donnés — la vitesse moyenne

d'écoulement dépend avant tout de la teneur en vapeur et de la pression statique.

De ce qui a été dit précédemment, il résulte ce qui suit :

Lors du passage d'un élargissement de section transversale, une goutte accélère le tube d'abord dans la direction d'écoulement, et, lors du passage d'un rétrécissement consécutif de section transversale, cette accélération a lieu en sens inverse. L'effet massique de la goutte, en ce sens, n'est entièrement efficace que lorsque le courant ne se décolle pas, c'est-à-dire lorsque la goutte parcourt comme un obturateur les variations de section transversale. Si, par contre, la goutte se détache de la paroi du tube et si elle conserve son énergie cinétique lorsqu'elle parcourt la partie élargie du tube, elle peut, lorsqu'elle rencontre la paroi du tube, en particulier dans la région du rétrécissement, être retardée et donner seulement ici au tuyau une impulsion dans le sens de l'écoulement. Dans chacun des cas, il se produit, lors des variations de sections transversales, des vibrations aux fréquences et amplitudes qui ont été indiquées ci-dessus. La goutte, lorsqu'elle parcourt une courbure du tube, accélère cette courbure dans une direction centrifuge par rapport à sa direction d'écoulement.

Les sections de tubes en roulées en spirale et en hélice obéissant à des conditions spéciales. Il intervient ici des accélérations (et, par conséquent, des vibrations), non seulement avec la fréquence de la succession des gouttes, mais avant tout, des accélérations avec la fréquence de rotation de chaque goutte, fréquence qui est directement proportionnelle à la vitesse d'écoulement et inversement proportionnelle à la longueur déroulée d'une spire. Etant donné que, pour les vibrations, ce ne sont pas les accélérations du fluide lui-même qui s'écoule, mais les changements d'accélération qui sont décisifs, des petites bulles de vapeur comprises entre de longues colonnes liquides ont un effet analogue à celui des petites gouttes de liquide entre des bulles allongées de vapeur.

Ce qui est essentiel pour la présente invention, c'est que, dans le cas d'une machine frigorifique à compresseur incorporée à un réfrigérateur isolé par mousse plastique, avec un circuit fermé de l'agent frigorifique, dans lequel il existe des parties de conduites qui sont parcourues en succession alternante par des bulles de vapeur et des gouttes de liquide, les bruits qui proviennent des forces pulsatoires, et en particulier des forces déséquilibrées, provenant de la succession rapide de la vapeur et de liquides dans les parties de conduites, en coopération avec des parties de la caisse, sont évités, ou au moins réduits par un dimensionnement et/ou par une disposition appropriée des parties de conduites traversées par le courant. Le dimensionnement, qui corres-

pond à l'obtention d'une réduction des bruits, peut être donné, par exemple, grâce à des mesures qui évitent, ou qui du moins limitent, une évaporation de l'agent frigorifique pendant l'étranglement. A cet effet, on peut envisager, par exemple, un refroidissement du tube capillaire utilisé comme organe d'étranglement entre l'évaporateur et le condenseur. Etant donné que, pour éviter totalement la formation de vapeur dans le tube capillaire, il faudrait des longueurs trop considérables de tubes, il est indiqué, dans la dernière partie du capillaire, de permettre une formation réduite de vapeur. En outre, les sections transversales de conduite qui diminuent la vitesse et/ou les grands diamètres d'enroulement de capillaire peuvent être utilisés en circuit fermé. Pour autant que, dans les formes d'exécution conformes à la présente invention, on envisage des parties de conduites qui sont enroulées en hélice, en particulier dans la région du tube capillaire, on peut choisir, une disposition, sensiblement nouvelle et importante pour l'invention, des parties de conduites parcourues par le courant, de telle façon que l'on évite des excitations de la caisse du réfrigérateur en découplant les masses qui sont formées par les parties de la machine frigorifique, ou en couplant ces masses ou des masses supplémentaires.

Dans la plupart des constructions de machines frigorifiques à compresseur, les forces pulsatoires et, en particulier, les forces de déséquilibre, interviennent aux emplacements où il se produit des vitesses relativement considérables du mélange de liquide et de vapeur dans des sections transversales étroites de tube, et en particulier dans le capillaire d'étranglement du circuit. Dans de nombreux cas, il est courant d'adapter ce capillaire au condenseur ou à la cartouche de dessiccation qui y est raccordée et de conduire ce capillaire à l'évaporateur de telle façon qu'il se produise un échange de chaleur avec la conduite d'aspiration. Etant donné que le capillaire présente une longueur sensiblement plus grande que la conduite d'aspiration, l'excès de longueur est disposé sous la forme d'enroulements du tube capillaire. L'échange de chaleur du tube capillaire avec la conduite d'aspiration est fréquemment exécuté de telle manière que le tube capillaire est introduit dans le tube d'aspiration et soudé à l'endroit où se fait l'introduction. Dans la plupart des fabrications il est connu, afin de décharger mécaniquement cet emplacement d'introduction, d'enrouler le capillaire en plusieurs tours autour du tube d'aspiration. Ces enroulements du capillaire, qui sont exécutés avec un diamètre relativement étroit, constituent, ainsi que l'ont montré des essais très poussés, une source de bruits notable. Suivant un développement de la présente invention, on peut éliminer cette source de bruits en modifiant la disposition du capillaire dans la région de l'em-

placement d'entrée du tube d'aspiration. On peut obtenir ce résultat, par exemple, par le fait que le capillaire qui va du condenseur au tube d'aspiration, ne présente des enroulements que dans la région dans laquelle, en raison de l'élévation de la pression, il ne se forme pas encore de vapeur. Ceci peut signifier que l'on renonce en principe à adapter au tube d'aspiration, en vue de décharger l'emplacement d'introduction, les enroulements, par ailleurs usuels, du tube capillaire sur le tube d'aspiration. La disposition peut être telle que le capillaire présente des enroulements seulement avant et/ou après l'échange de chaleur avec le tube d'aspiration. Pour autant que l'on utilise avant ou après l'échangeur de chaleur, les enroulements du capillaire, on peut éliminer la source de bruits qui serait ainsi produite en donnant aux courbures de capillaire qui se trouvent en amont de l'échangeur de chaleur, un rayon qui est supérieur à 20 mm, tandis que les courbures du capillaire qui se trouvent en aval de l'échangeur de chaleur, ont un rayon qui est supérieur à 40 mm. En particulier, on peut choisir une disposition telle que les courbures qui se trouvent avant l'échangeur de chaleur, par exemple les enroulements, ont un diamètre supérieur à celui du tube d'aspiration. Conformément à un développement de la présente invention, on peut obtenir avantageusement une décharge de l'emplacement d'introduction du capillaire, par le fait que le tube capillaire s'applique au tube d'aspiration par une partie sensiblement rectiligne, immédiatement avant son introduction dans le tube d'aspiration, et est fixé mécaniquement en cet endroit par un collier, une soudure, un revêtement par une matière synthétique ou plastique ou analogue. On peut également fixer extérieurement au tube d'aspiration l'extrémité du capillaire qui est sensiblement rectiligne, et cela à l'aide d'un tube de serrage. Grâce à l'introduction rectiligne du tube capillaire, on évite les forces pulsatoires dans la région du tube d'aspiration, et en particulier les forces de déséquilibre, qui proviennent de la succession rapide de la vapeur et du liquide; de cette façon, on élimine une source de bruits notable.

Il est également possible d'appliquer la présente invention dans des dispositifs qui fonctionnent avec des enroulements du capillaire à l'emplacement d'introduction sur le tube d'aspiration. Dans ce cas, conformément à la présente invention, on peut, au voisinage immédiat des courbures inévitables de ces parties de conduite, par exemple de l'enroulement du tube capillaire, fixer d'une manière rigide, mécaniquement, une masse additionnelle telle que les impulsions exercées sur le système tubulaire par les gouttes de liquide qui s'écoulent rapidement à travers le capillaire, ne puissent provoquer que de très faibles vibrations dans la zone de fréquence audible. Les essais ont montré que l'on peut obte-

nir le résultat désiré avec une masse supplémentaire relativement faible. On peut aussi renoncer partiellement ou totalement à une masse additionnelle spéciale, lorsqu'on réunit rigidement le tube d'aspiration avec le condenseur ou avec la cartouche de dessiccation de la machine frigorifique, en sorte que les parties de machine servent de masses supplémentaires afin de modifier la fréquence des oscillations propres du système, et, par suite, afin d'amortir le bruit. Les vibrations et les bruits engendrés par l'écoulement des mélanges de vapeur et de liquides, peuvent être réduits par une ou plusieurs des mesures suivantes :

1° La vitesse d'écoulement dans les conduites à travers lesquelles s'écoulent constamment ou temporairement des mélanges de vapeur et de liquides, doit être limitée suffisamment pour que, même dans les changements de direction, il ne se produise pas d'accélération longitudinales ou transversales du liquide, de plus de 1 000 m/s (c'est-à-dire, en gros, le centuple de l'accélération de la pesanteur). Si l'on tient compte des possibilités de mise en place des tubes dans lesdites machines frigorifiques, cela signifie que l'on doit éviter des vitesses d'écoulement supérieures à 5 m/s. On ne peut remplir cette condition dans le tube d'étranglement. Dans l'évaporateur également, il peut en résulter des difficultés.

2° Dans la zone de vitesses plus élevées, les changements de direction et les variations de section transversales doivent être évités. Des changements de directions inévitables doivent être exécutés avec un rayon de courbure aussi grand que possible. Pour des vitesses de 10 m/s, le rayon de courbure doit être au moins de 20 mm; pour des vitesses plus élevées il doit être convenablement augmenté.

3° Si l'on ne peut respecter les conditions 1 et 2, on peut limiter les vibrations en adaptant des masses considérables aux endroits des conduites tubulaires où on doit s'attendre à de fortes amplitudes d'accélération dans la zone des fréquences audibles.

D'autres caractéristiques essentielles de la présente invention seront exposées dans les formes d'exécution suivantes choisies à titre d'exemple. Les figures 1 à 3 montrent d'abord en schéma et en une vue arrière ainsi qu'en une coupe, la construction de principe de la machine frigorifique à compresseur et du réfrigérateur qui y est associé. La vapeur de l'agent frigorifique qui est conduite à partir du compresseur 8, par la conduite sous pression 9 dans le condenseur 10 est surchauffée, c'est-à-dire exempte d'agent frigorifique liquide; cette vapeur entraîne cependant habituellement un petit nuage d'huile. La vitesse d'écoulement est faible, en sorte que même quelques gouttes d'huile plus grosses ne provoquent pas des bruits notables. Dans le

condenseur, la vitesse d'écoulement diminue encore. Ici également l'écoulement du mélange de vapeur et de liquide n'aboutit pas à des vibrations notables du système tubulaire. L'agent frigorifique liquéfié atteint, après avoir parcouru la cartouche de dessiccation 17, le tube capillaire 11, à l'état sous refroidi, c'est-à-dire exempt de vapeur.

Le capillaire consiste ordinairement en une partie enroulée 12 et en une partie étendue 13. Les vitesses élevées qui sont nécessaires pour obtenir la chute de pression désirée, se produisent dans le tube capillaire avant tout par le fait qu'une faible partie de l'agent frigorifique s'évapore. A son entrée dans le tube capillaire le liquide a ordinairement une vitesse de quelques mètres/seconde. Par suite de la formation de vapeur et de l'abaissement de pression, la vitesse augmente le long du tube. A l'extrémité du capillaire, en 14, elle se rapproche de la vitesse du son dans la vapeur de l'agent frigorifique. En conséquence, les courbures et les enroulements qui existent seulement dans la première section du capillaire, où ne se trouve encore aucune bulle de vapeur, ne provoquent pas de vibrations notables. Dans l'évaporateur 15, les vitesses d'écoulement sont sensiblement plus faibles que dans le capillaire. Les changements de direction et les variations de section transversale peuvent ici cependant aussi aboutir à des vibrations. Il s'ajoute à cela les variations brusques locales de pression et de vitesse, qui sont provoquées par la formation spontanée de bulles. Par la conduite d'aspiration 16, entre le récipient collecteur 18 et le compresseur 8, il s'écoule normalement seulement de la vapeur sèche, et même surchauffée, qui contient également un peu d'huile qui est entraînée en partie en forme de gouttes, et qui s'écoule en partie en film sur la paroi du tube. La vitesse de vapeur dans la conduite d'aspiration est comprise ordinairement entre 5 et 20 m/s. C'est seulement dans le cas d'une disposition désavantageuse des tubes que les gouttes d'huile entraînées provoquent dans la conduite d'aspiration des bruits fâcheux.

Les recherches expérimentales, qui ont pu être également confirmées quantitativement par le calcul, ont montré que, dans la construction traditionnelle les petites machines frigorifiques, ce sont avant tout les phénomènes qui ont été décrits ci-dessus dans le tube capillaire 12 et 13 et dans la partie de l'évaporateur qui se raccorde directement à ce tube capillaire en 14, ainsi que dans un tube de liaison non représenté sur la figure 1, entre le tube capillaire 13 et l'évaporateur 15, qui sont responsables de la production de bruits perturbateurs. Les vibrations du tube capillaire ne sont pas seulement transmises par l'intermédiaire de l'évaporateur 15 à la caisse du réfrigérateur, qui est isolée par de la mousse plastique — cette caisse ayant une grande surface qui favorise le rayonnement du bruit —,

mais aussi par l'intermédiaire de la conduite d'aspiration 16, qui est reliée au moins à une partie du tube capillaire, et cela au moins en un endroit, c'est-à-dire là où cette conduite, qui passe en 23 à travers la paroi de mousse plastique, est couplée avec un amortissement plus ou moins bon, à la caisse du réfrigérateur. La caisse 19 présente, dans sa paroi postérieure, une fenêtre pour l'introduction de l'évaporateur 15. Cette fenêtre est fermée par une plaque isolante de mousse plastique 20. Le compresseur 8 est réuni à la caisse par l'intermédiaire de tampons de caoutchouc 21. Le condenseur 10 est porté par des cornières de fixation 22. L'orifice à travers lequel la conduite d'aspiration sort de l'intérieur du réfrigérateur entre la paroi postérieure de la caisse 19 et la plaque isolante 20, est fermé par une pièce moulée en caoutchouc ou par une masse d'étanchéité plastique. Cet emplacement de passage du capillaire à travers la paroi postérieure de mousse plastique est décalé asymétriquement à partir du milieu, plus près d'un côté du réfrigérateur, c'est-à-dire dans une région de l'isolement où une rigidité plus considérable est fournie par les parois du réfrigérateur qui sont aboutées verticalement les unes contre les autres. De cette manière, la transmission des oscillations des conduites de l'agent réfrigérateur s'amortit sur la mousse plastique.

Entre les points 24 et 25, le tube capillaire 13 est réuni à la conduite d'aspiration 16, afin de former un échangeur de chaleur. Cette partie du capillaire est disposée à l'intérieur de la conduite d'aspiration, ou bien elle est soudée extérieurement à cette conduite. Afin de décharger mécaniquement les liaisons de soudure dans la région des points 24 et 25, il est usuel jusqu'ici d'enrouler le capillaire autour de la conduite d'aspiration — d'une manière analogue à ce qui est représenté sur les figures 4 et 6. Sur la figure 4, la partie 26 du tube capillaire qui se trouve en aval du serpent 12 dans la direction d'écoulement est enroulée plusieurs fois autour de la conduite d'aspiration. La partie 13 qui s'y raccorde, du tube capillaire, est posée jusqu'au point 25 (fig. 2) le long de la conduite d'aspiration 16 et, ainsi qu'il est indiqué sur la figure 5, elle est soudée par soudure tendre à cette conduite. La figure 5 montre la coupe 27/28 à travers la conduite d'aspiration.

La figure 6 montre une autre forme d'exécution de la liaison entre la conduite d'aspiration et la partie étendue du tube capillaire. Ici la partie étendue 29 du tube capillaire se trouve à l'intérieur de la conduite d'aspiration. La conduite d'aspiration elle-même consiste en deux parties 30 et 31. L'extrémité de la partie 31 est, suivant les figures 6 et 7, déformée de façon à se raccorder à la partie 30 de la conduite d'aspiration et au capillaire. La liaison des trois tubes est obtenue par brasure.

Ainsi que dans la forme d'exécution de la figure 4, le tube capillaire est ici encore enroulé en 34 autour du tube d'aspiration 30, afin de décharger mécaniquement l'emplacement de la soudure.

A travers les serpentins 26, 34, l'agent frigorigène s'écoule à l'état de mélange de vapeur et de liquide. La proportion de vapeur est volumétriquement assez grande pour qu'il se produise des vitesses d'écoulement assez grande pour qu'il se produise des vitesses d'écoulement de l'ordre de grandeur de 5 à 20 m/s. Etant donné que les serpentins 26, 34 sont enroulés de manière relativement serrée, il se produit des accélérations élevées en sorte que même des gouttes de liquide relativement faibles suffisent pour provoquer la vibration et le rayonnement du bruit du capillaire et de la conduite d'aspiration qui lui est reliée, ainsi que de la caisse du réfrigérateur. En raison des rapports géométriques, des grosseurs de gouttes et de bulles de vapeur, ainsi que de la vitesse d'écoulement, il se produit, dans les installations de ce genre, un bruit sur une large bande de fréquence, ce bruit, en raison de son intensité élevée, étant ressenti ordinairement comme désagréable, avant tout, dans la zone de fréquence comprise entre 200 et 500 Hz. D'une manière analogue à ce qui se passe pour les serpentins capillaires 26 et 34, les courbures du tube capillaire ou également des conduites étroites de liaison entre l'extrémité du capillaire et l'entrée de l'évaporateur, c'est-à-dire dans la région du point 14, provoquent des vibrations. Etant donné que les accélérations sont directement proportionnelles au carré de la vitesse d'écoulement, et inversement proportionnelles au rayon de courbure de la conduite, le danger de vibration est particulièrement considérable dans la région des courbures de la partie du capillaire, dans laquelle, en raison de la faible pression, et par conséquent, d'une proportion volumétrique considérable de la vapeur, il se produit des vitesses d'écoulement élevées.

Dans les formes d'exécution des figures 4 à 7, les bruits perturbateurs sont évités, en dépit de l'emploi des parties capillaires 26, 34 qui sont enroulées d'une façon serrée, par le fait qu'au voisinage immédiat de ces enroulements, on a fixé d'une manière rigide au point de vue mécanique, des masses additionnelles 1 dont la grandeur est telle que les amplitudes de vibrations du système deviennent notablement moindres. Au lieu d'employer une masse additionnelle spéciale, on peut rendre particulièrement lourde également la conduite d'aspiration. En outre, on peut accoupler rigidement aux emplacements des conduites tubulaires qui entrent en ligne de compte, d'autres éléments de construction de l'appareil de réfrigération, qui existent sans cela, de préférence des éléments de construction qui, en raison de leur grandeur et de leur forme, ont peu de tendance au rayonnement sonore.

La masse additionnelle amortisseuse du bruit doit être sensiblement aussi considérable que le débit de l'agent réfrigérant en 3 à 15 minutes. Des masses encore plus considérables sont admissibles, mais ne procurent en général aucune réduction supplémentaire du bruit.

On obtient des formes d'exécution particulièrement avantageuses de la présente invention, lorsqu'on évite complètement des enroulements ou serpentins 26 ou 34 qui ont été utilisés pour décharger l'extrémité du capillaire dans les figures 4 et 6. Les formes d'exécution à cet effet sont représentées sur les figures 8 à 14. Sur la figure 8, le tube capillaire 36 est soudé par soudure tendre en 37 au tube d'aspiration 35. Sur la figure 9, on a prévu un tuyau de serrage 40 qui amène le tube capillaire 39 en bon contact thermique avec le tube d'aspiration 38. Suivant la figure 10, en vue de la fixation du capillaire 39 sur le tube d'aspiration, on a utilisé une spirale de fil métallique 2. La forme d'exécution de la figure 11 montre un tube capillaire 43 qui est introduit en ligne droite dans le tube d'aspiration 42, le prolongement 41 du tube d'aspiration étant brasé au capillaire à l'emplacement d'introduction 44, et étant soudé par soudure tendre à l'extrémité inférieure du tube 42. Afin de décharger l'emplacement d'introduction, les parties rectilignes 43 et 41, sont soudées par soudure tendre en 45.

La figure 12 montre une forme d'exécution particulièrement avantageuse. Ici les tubes 43 et 41 sont réunis mécaniquement l'un à l'autre par un collier 46, en avant de l'emplacement d'introduction brasé 44. A la place du collier on peut également utiliser un enroulement de fil métallique, ou, suivant la figure 13, un tube de serrage 47. En vue de la protection contre la corrosion, tout l'emplacement de liaison, ainsi qu'il est montré en figure 14, peut être recouvert d'un revêtement 48 en matière synthétique ou plastique, cette couche de matière synthétique ou plastique empêchant aussi, de plus, le cliquetis des tubes. Également dans la forme d'exécution de la figure 8, le début de la liaison par soudure entre les tubes peut être déchargé au moyen d'un collier ou d'un enroulement de fil métallique.

On doit traiter d'une manière correspondante la liaison entre le capillaire 13 et la conduite d'aspiration 16, dans la région du point 25, c'est-à-dire au voisinage de l'évaporateur. On doit éviter des courbures à faible rayon dans le capillaire, avant tout, dans la région comprise entre les points 25 et 14 des figures 1, 2 et 3, parce qu'il se produit ici les vitesses les plus élevées. Également le serpentin capillaire qui se trouve en général en amont de la région d'échange de chaleur, peut être fixé à la conduite d'aspiration au moyen d'un collier. A cet effet, on a représenté sur les figures 15 à 17 une

forme d'exécution choisie à titre d'exemple. La figure 15 montre une coupe, la figure 16 une vue en plan et la figure 17 une élévation latérale de cet emplacement de liaison. 62 désigne l'enroulement du capillaire avant l'emplacement d'introduction 63 dans le tube d'aspiration 64. Un collier 65 fixe la région médiane du serpentin ou de l'enroulement sur le tube d'aspiration 64. 66 et 67 désignent des enroulements de fil métallique ou des colliers qui fixent le tube capillaire 71 provenant du dessiccateur, et le tube capillaire 72 conduisant à l'échangeur de chaleur, au tube d'aspiration 68 qui conduit au compresseur. Au moyen de pinces 69 et 70, les enroulements ou les serpentins sont maintenus ensemble en des emplacements qui se font face. L'ensemble du système tubulaire peut, conjointement avec l'évaporateur, être revêtu de matière synthétique ou plastique par un procédé de frittage à fluidisation.

Lorsque la section 25-14 du capillaire est relativement longue (plus de $1/10$ et, de préférence, $1/4$ de l'ensemble de la longueur du capillaire), il intervient dans le reste du capillaire des vitesses moindres que lors de la construction normale, et le danger de vibrations est réduit d'une manière correspondante. Dans ces conditions, on peut améliorer par rapport aux constructions normales, l'échange de chaleur entre le capillaire et la conduite d'aspiration, grâce à la disposition représentée schématiquement sur la figure 18. La conduite d'aspiration 49, provient en 50, de l'évaporateur, et est conduite, en 51, au compresseur. Le tube capillaire est raccordé en 53 à la cartouche de dessiccation 54, ou à la conduite tubulaire provenant du condenseur, et il est conduit, par la voie la plus courte, sans interposition d'un enroulement, à la conduite d'aspiration 49. Étant donné que dans la première section 55 du capillaire il n'existe que de l'agent frigorifique liquide, cette partie du capillaire peut être enroulée à spires serrées sur la conduite d'aspiration 49. Dans le parcours consécutif du capillaire, on utilise des enroulements à pas sensiblement plus allongé, en sorte qu'en dépit de la vitesse qui s'élève, en raison de la formation de la vapeur, lors de la détente de l'agent frigorifique, la composante périphérique de la vitesse d'écoulement et, par suite, la vibration de la conduite tubulaire demeurent suffisamment faibles. La dernière partie du capillaire (environ $1/4$ de la longueur totale), n'est pas enroulée sur la conduite d'aspiration, mais elle est conduite à l'état étendu ou avec des enroulements à pas très allongé 56 (environ 150 mm de diamètre) en 57, à l'évaporateur. La partie du capillaire enroulée sur la conduite d'aspiration est réunie aussi solidement que possible à la conduite d'aspiration, afin d'obtenir un bon contact thermique. Ceci peut être assuré par le fait que le capillaire et la conduite d'aspiration sont soudés par

soudure tendre (le cas échéant par immersion dans un bain d'étain) sur toute la longueur de l'enroulement, ou sur des sections considérables. Le capillaire peut être également brasé en plusieurs endroits, de préférence en 58 et 59, à la conduite d'aspiration. En d'autres endroits, en particulier dans la région où les enroulements ont un pas considérable, par exemple en 60 et 61, le capillaire peut être également maintenu par brasure au moyen d'enroulements fixes de fil métallique sur la conduite d'aspiration. Enfin, il est possible également de munir d'un revêtement de matière synthétique ou plastique le système de conduites 49 à 52, par frittage à fluidisation. Ceci est réalisé avantageusement, une fois que le système de conduites est raccordé à l'évaporateur, en sorte que l'évaporateur et les tubes 49 et 52 sont traités superficiellement en une seule passe. L'enroulement 56 est fixé à l'évaporateur avant ou après le revêtement par frittage, de façon à éviter que cet enroulement heurte l'évaporateur ou le revêtement intérieur du réfrigérateur et détermine par suite des cliquetis.

Toutes les caractéristiques, tous les objets ou tous les exemples qui ont été exposés dans la description ou représentés sur le dessin, isolément ou en combinaison, doivent être considérés comme faisant partie de l'invention.

RÉSUMÉ

1° Machine frigorifique à compression incorporée à un réfrigérateur à isolement par mousse plastique avec un circuit fermé d'agent frigorifique dans lequel il existe des parties de conduites qui sont parcourues en succession alternante par des bulles de vapeur et des gouttes de liquide, caractérisée par le fait que les bruits provoqués par des forces pulsatoires, et en particulier par des forces de déséquilibre, qui proviennent de la succession rapide de vapeur et de liquide dans les parties de conduite, en coopération avec les parties de la caisse du réfrigérateur, sont évités ou, tout au moins réduits, par un dimensionnement approprié (par exemple dimensions évitant une évaporation pendant l'étranglement, emploi de sections transversales de conduites qui diminuent la vitesse, suppression de courbures à faible rayon des tuyaux, en particulier emploi de grands diamètres d'enroulements du capillaire), et/ou par la disposition des parties de conduites traversées (par exemple en évitant les phénomènes de résonance dans les conduites enroulées hélicoïdalement ou en spirale, par découplage des masses formées par des parties des machines frigorifiques ou par couplage de masses de ce genre ou de masses additionnelles).

2° Formes d'exécution de l'installation suivant 1°, caractérisées par les points suivants, pris isolément ou dans leurs diverses combinaisons :

a. Le capillaire qui conduit du condensateur à

l'évaporateur ne présente des enroulements que dans sa partie où passe le liquide;

b. Le capillaire présente seulement des enroulements avant et/ou après l'échange de chaleur avec le tube d'aspiration;

c. Les courbures des capillaires qui se trouvent en amont de l'échangeur de chaleur ont un rayon supérieur à 20 mm, et les courbures du capillaire qui se trouvent en aval de l'échangeur de chaleur ont un rayon supérieur à 40 mm;

d. Les courbures du capillaire qui se trouvent en amont de l'échangeur de chaleur ont un diamètre sensiblement plus grand que le tube d'aspiration;

e. Le tube capillaire s'applique au tube d'aspiration par une partie sensiblement rectiligne, immédiatement avant l'introduction dans le tube d'aspiration, le tube capillaire étant fixé mécaniquement au tube d'aspiration par collier, soudure, revêtement d'une matière synthétique ou plastique ou analogue;

f. La section du capillaire qui est, dans l'ensemble, rectiligne, est fixée à l'extérieur sur le tube d'aspiration), on a fixé mécaniquement une masse addi-

g. Un serpentín ou un enroulement du capillaire qui se trouve entre le condenseur et l'échangeur de chaleur, est fixé à la conduite d'aspiration au moyen d'un collier;

h. Au voisinage immédiat de courbures inévitables de ces parties de conduite (par exemple de l'introduction du tube capillaire dans le tube d'aspiration), on a fixé mécaniquement une masse additionnelle d'importance telle que le système, sous l'influence des forces massiques de fluide qui s'écoule, ne peut vibrer que d'une manière minime dans la zone de fréquence audible;

i. Comme masse additionnelle on utilise le condenseur relié rigidement au tube d'aspiration ou la cartouche de dessiccation de la machine frigorifique;

j. On utilise un tube capillaire enroulé autour du tube d'aspiration, et dont le pas des enroulements ou des spires augmente avec l'accroissement de la vitesse d'écoulement;

k. L'emplacement du passage du capillaire à travers la paroi postérieure de mousse plastique est décalé asymétriquement à partir du milieu, plus près d'un bord latéral du réfrigérateur;

l. L'évaporateur est fixé, par l'intermédiaire de couches, intermédiaires d'amortissement (par exemple de tampons de caoutchouc) au couvercle, isolé par mousse plastique, du réfrigérateur.

Société dite : SIEMENS-ELECTROGERÄTE GMBH

Par procuration :

Cabinet DE CARSLADE DU PONT,
A. LOURIE et W. FLECHNER

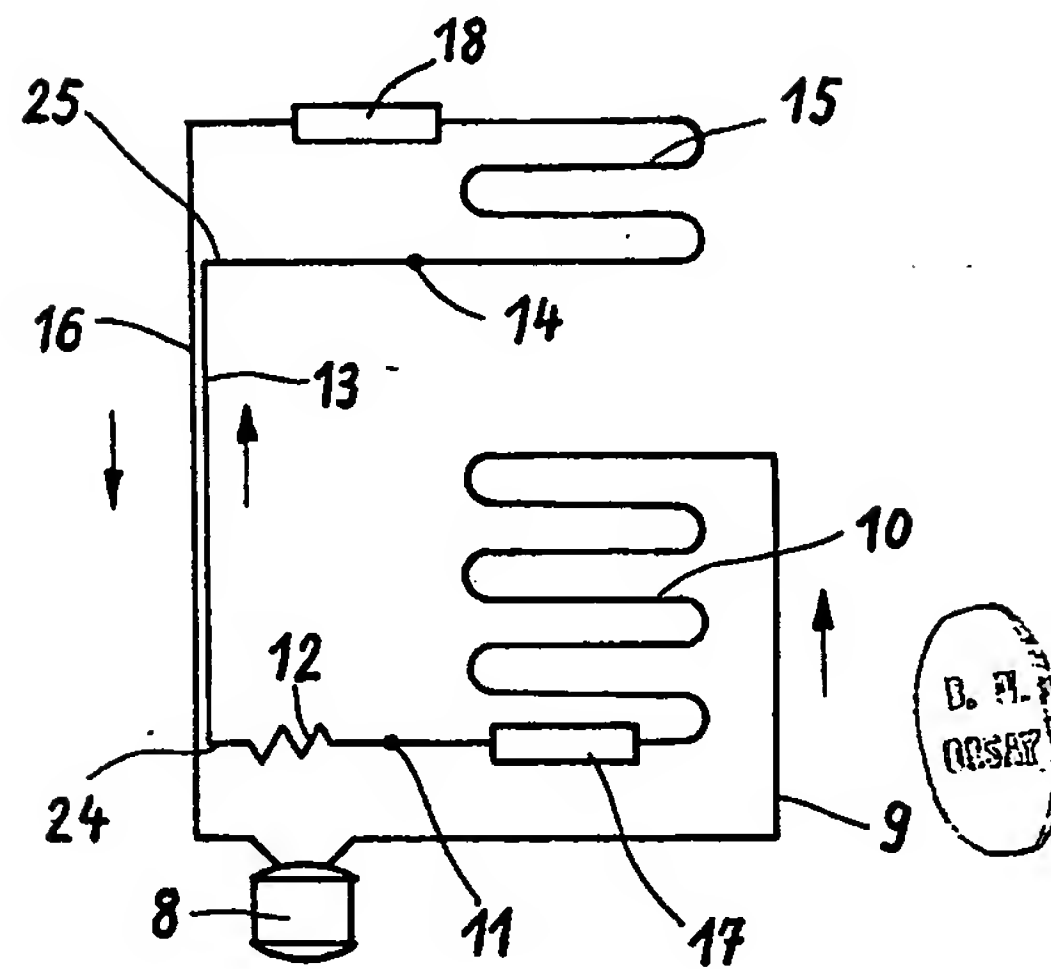


Fig. 1

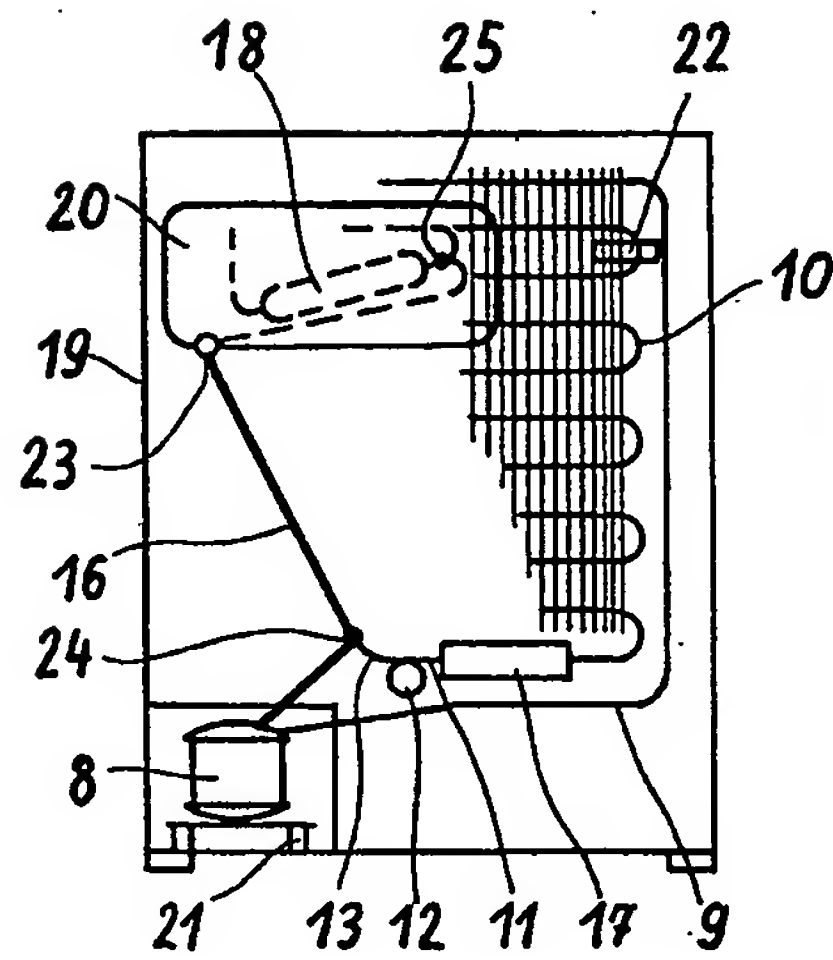


Fig. 2

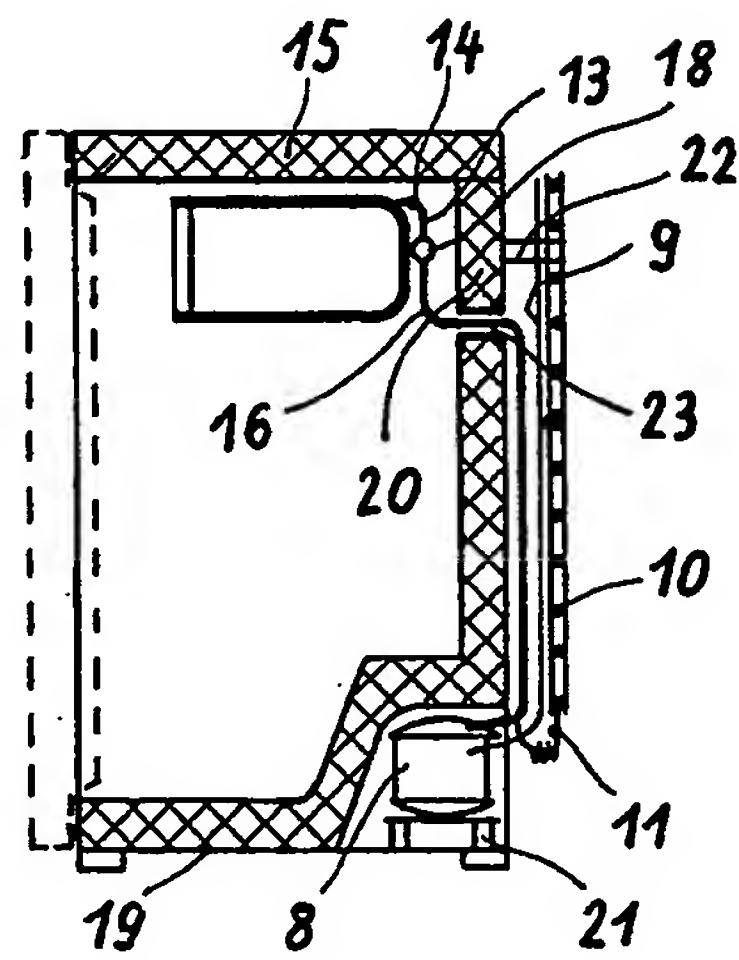
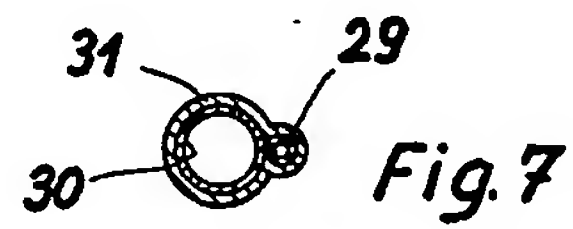
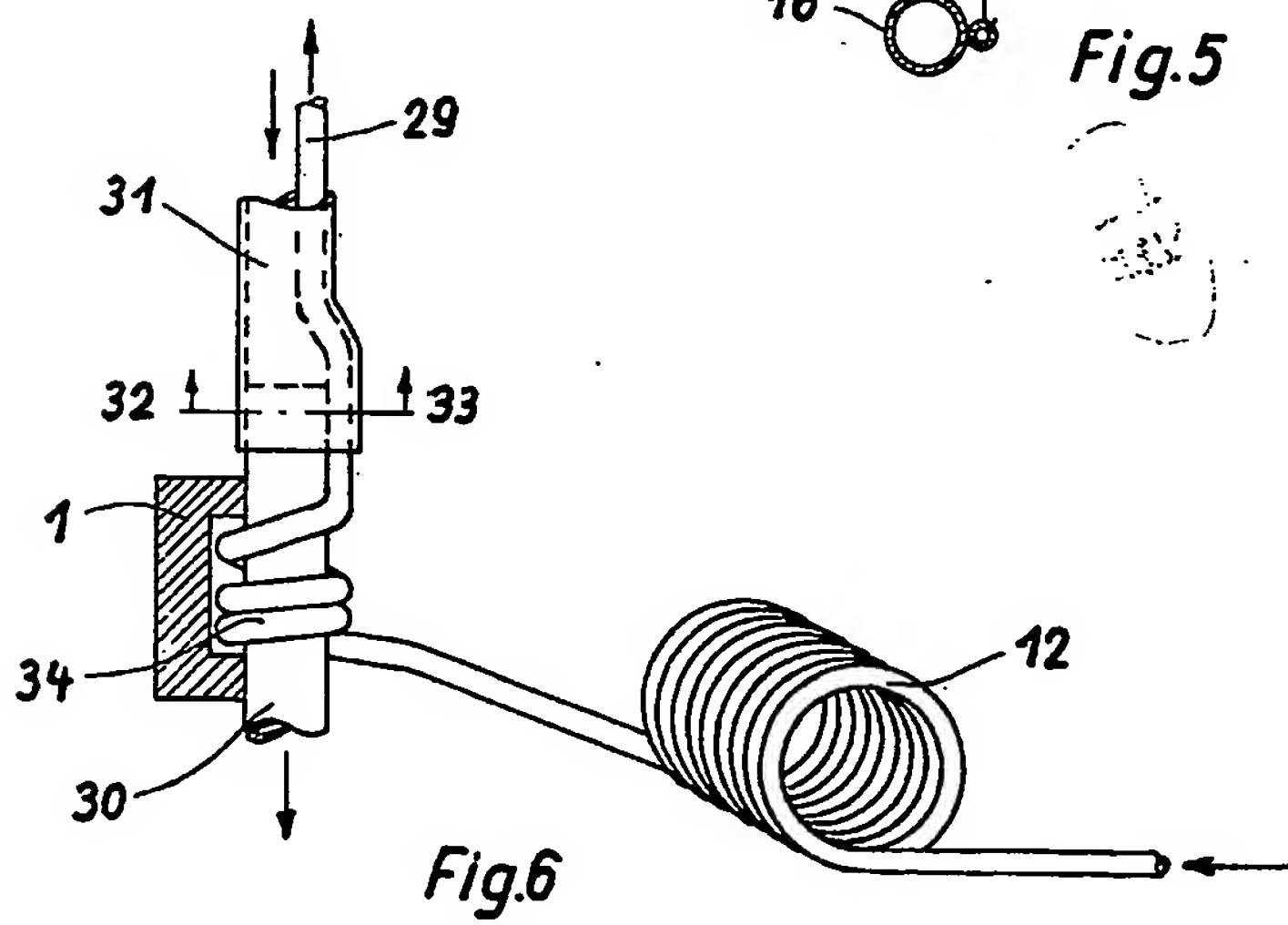
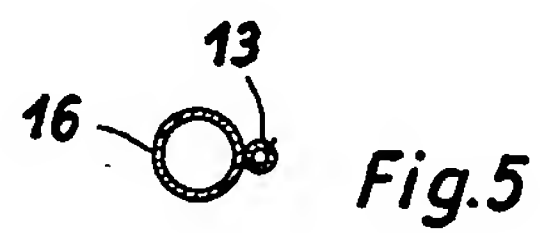
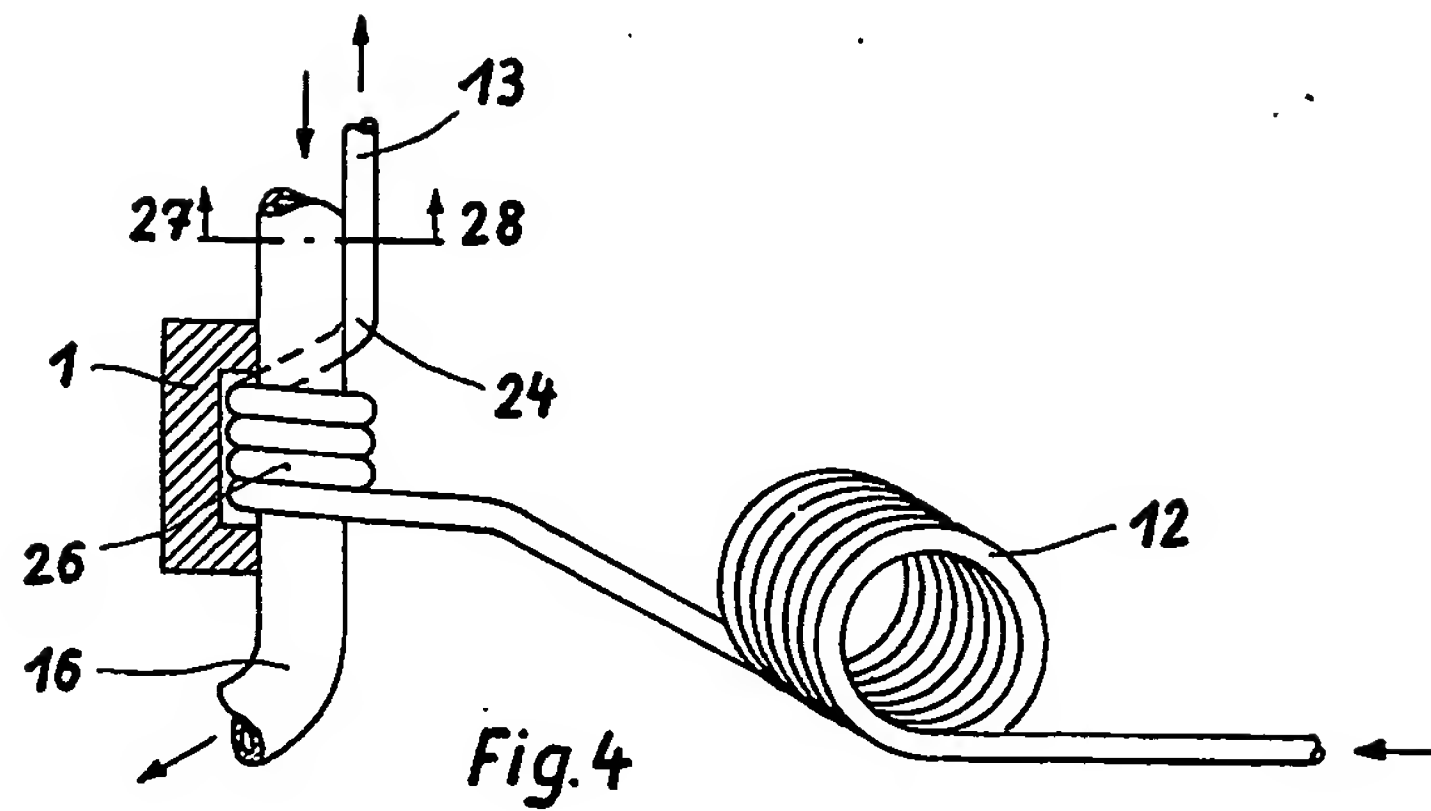


Fig. 3



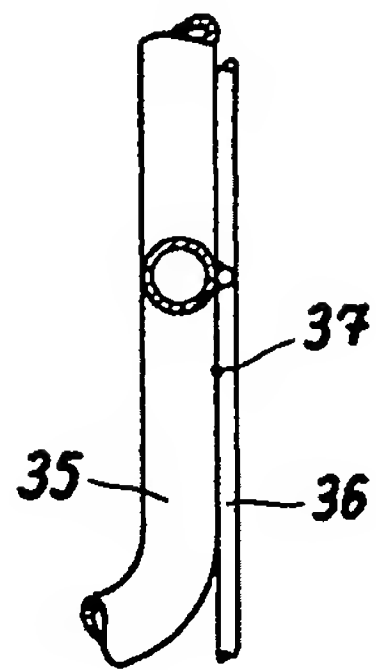


Fig. 8

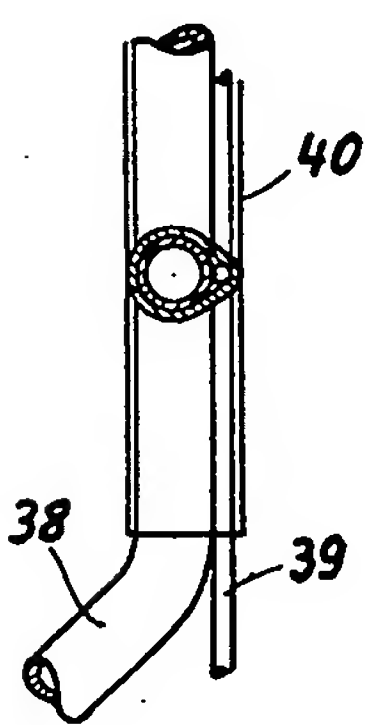


Fig. 9

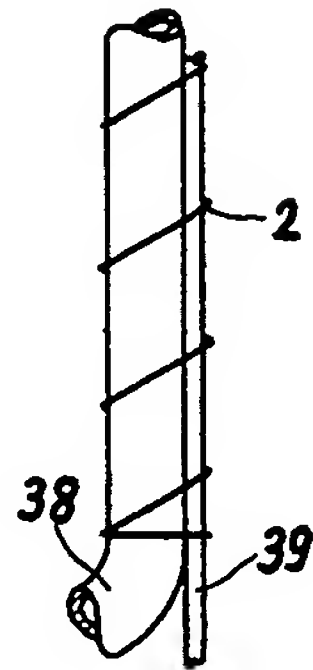


Fig. 10

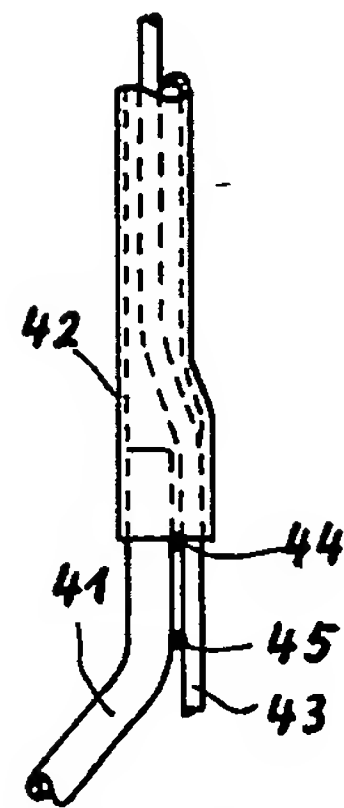


Fig. 11

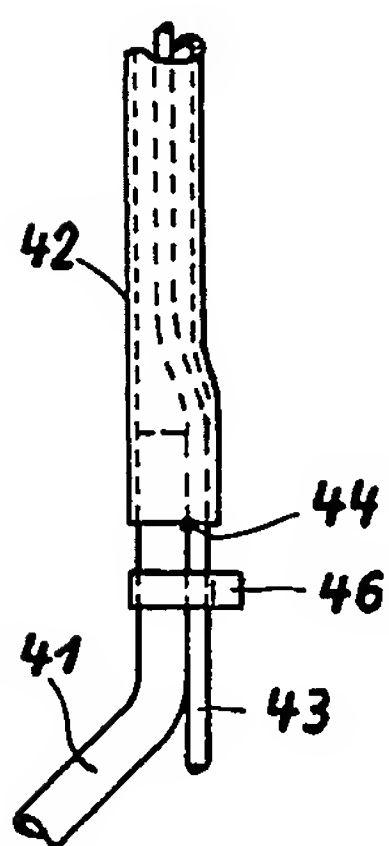


Fig. 12

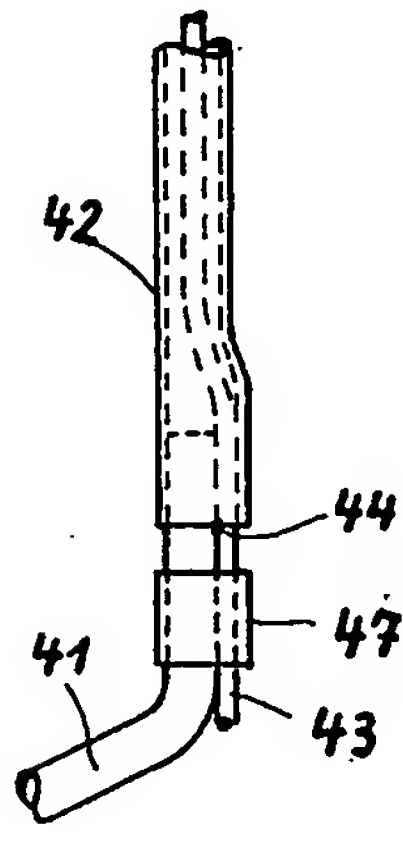


Fig. 13

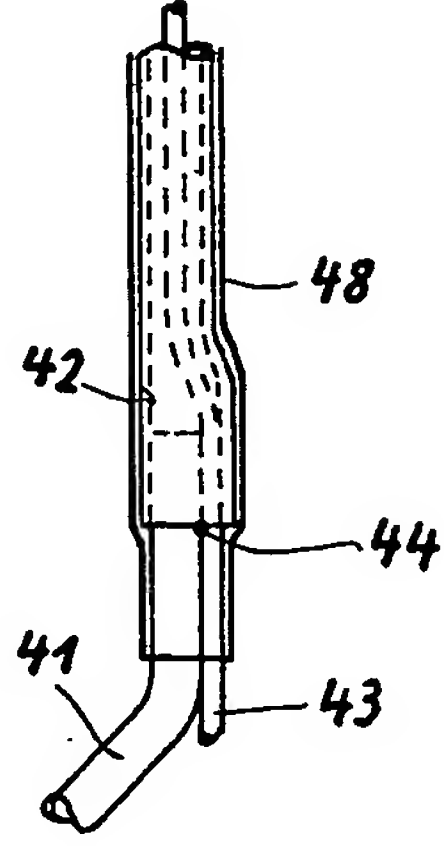


Fig. 14

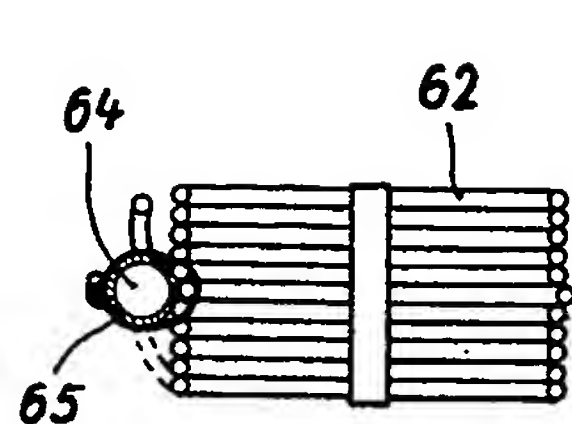


Fig. 15

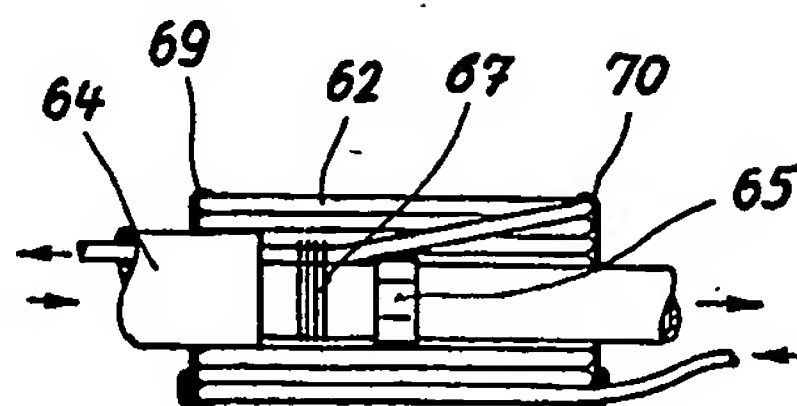


Fig. 17

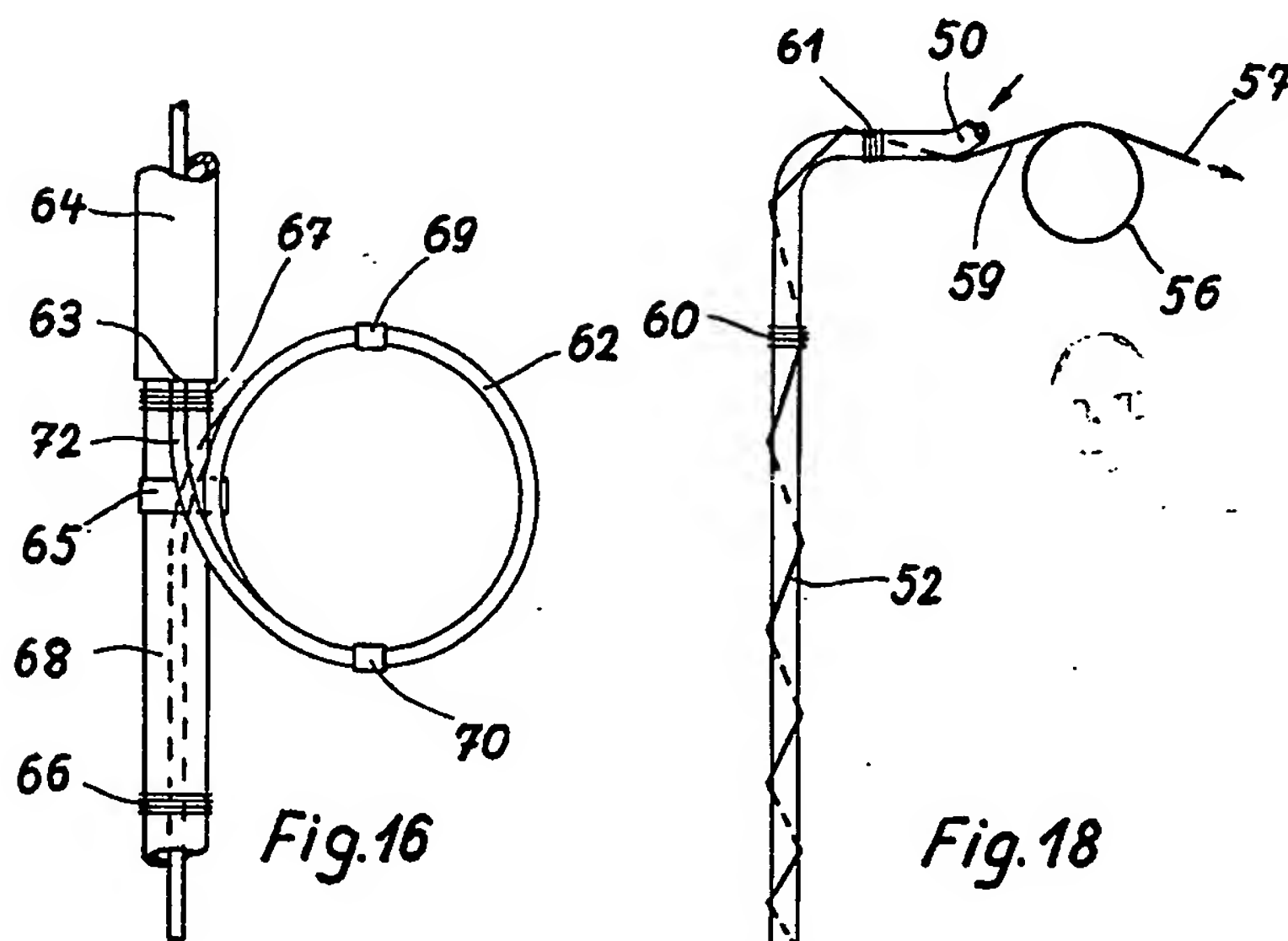


Fig. 16

Fig. 18

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.